

УДК 577.151.45:(664.849+ 664-404.8)

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.39173

ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СТРУКТУРОВАНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

© Т. І. Нікітчина

Визначено вплив ферментативного комплексу рослинної сировини на фізико-хімічні властивості пектинових речовин та структуроутворення плодовоовочевої сировини. Досліджувалась активність ферментативних екстрактів з рослинної сировини за дією на яблучний пектин, та структуроутворюючі властивості овочевого пюре із додаванням ферментативно обробленого яблучного пектину. Одержано структурований продукт з посиленими функціональними властивостями

Ключові слова: пектинові речовини, ступінь етерифікації, ферменти, рослинна сировина, студнеутворення, овочеве пюре

The influence of enzymatic complex of plant material on physical and chemical properties of pectin substances and structuring of fruit and vegetable raw materials is determined. It is analyzed an activity of enzymatic extracts of plant material by the action on apple pectin, and structure-forming properties of vegetable puree with addition of enzymatically treated apple pectin. It is obtained structured product with enhanced functional properties

Keywords: pectin, esterification degree, enzymes, plant material, gelation, vegetable puree

1. Вступ

На сьогоднішній день велика увага приділяється природним хімічним речовинам, які містяться у фруктах і овочах та відіграють важливу роль у харчуванні людей. Одними з них є пектинові речовини. Пектин є важливим компонентом для життєдіяльності людини і його організму, поступаючись за своєю цінністю тільки хлорофілу – незамінному для формування гемоглобіну.

Сфери застосування пектину у консервній галузі пов'язана з його технологічними властивостями (здатністю утворювати драглі, желе, підвищувати в'язкість та ін.) а також з його лікувальною дією (природного сорбента, здатного утворювати малорозчинні комплекси з катіонами важких металів і радіонуклідами, з органічними токсинами). Одним з найбільш ефективних напрямків використання пектинових речовин, отриманих з найбільш поширених традиційних джерел – яблучних вичавок, є створення на їх основі структурованих продуктів без традиційного додавання цукру до 65 %, що дуже важливо для групи консервованих продуктів оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення [1, 2].

2. Постановка проблеми

В останні роки попит на пектин збільшується за рахунок виробництва нових прогресивних продуктів харчування орієнтованих на здоровий спосіб життя. Тому, завданням харчової галузі України є впровадження таких нових технологій, щоб використання пектину в нашій країні дозволило відмовитися від імпорту і зменшило витрати на його придбання.

Особливістю властивостей яблучних пектинів є здатність до студнеутворення, що пов'язано із їх високим ступенем етерифікації (69–72 %). Проблема їх використання пов'язана із введенням цукру не менше 65 % для утворення міцного студня, що обмежує споживання такого продукту для певної групи населення. Подібну консистенцію можна одержати вико-

ристовуючи низькометоксильовані пектинові речовини, які здатні утворювати в'язкі, желуючі структури без цукру. При зниженні ступеня етерифікації за рахунок відщеплення метоксильних груп у високометоксильованого пектину одержують низькометоксильований пектин. Так як розчинність пектину залежить від ступеня етерифікації і рН середовища, вона зменшується при зменшенні ступеня етерифікації. Собівартість таких пектинів вища ніж із високим ступенем метоксильовання через складність технології їх одержання, що призводить до обмеженого використання у харчовій промисловості. Низькометоксильовані пектини желують при малій кількості цукру або без нього в присутності іонів кальцію [3, 4]. Зниження ступеня етерифікації пектину можна досягнути за допомогою ферменту пектинметилестерази рослинного походження. Одержання пектинових речовин із заданим ступенем етерифікації та регульованими умовами студнеутворення із використанням певних умов дії пек толітичних ферментів, є актуальним та перспективним питанням.

3. Літературний огляд

В фруктах та овочах пектинові речовини знаходяться у трьох формах: розчинний пектин, який являє собою високометоксильований пектин, розчинний у соку; нерозчинний пектин – протопектин (водонерозчинна природна форма пектину, гідролізуема в присутності хімічних реагентів або ферментів з утворенням пектину в процесі екстракції у водному середовищі рослинної сировини). Протопектин знаходиться в клітинній стінці, утворюючи комплекс з целюлозою та геміцелюлозами. Високометоксильований пектин – це пектин, у якому ступінь етерифікації карбоксильних груп у молекулі полігалактуронової кислоти дорівнює або більше 50 %. Низькометоксильований пектин – це пектин, у якому ступінь етерифікації карбоксильних груп у молекулі полігалактуронової кислоти становить менш 50 %.

Пектинові речовини, в яких ступінь етерифікації менше 50 %, називають пектиновими кислотами (пектинова кислота – полігалактуронова кислота, у молекулі якої частина карбоксильних груп етерифікована метанолом), а їх солі – пектинатами (пектинат – сіль пектинової кислоти) [4, 5].

Така різноманітна класифікація пектинових речовин впливає на особливі фізіологічні та біологічні його властивості. Пектинові речовини мають велике значення при збереженні і консервуванні рослинних продуктів. Під дією пектолітичних ферментів нерозчинні форми пектинів переходять в розчинні в результаті чого в процесі дозрівання і зберігання плодів та овочів, та їх промислової переробки тканини розм'якшуються.

Низькометоксильований пектин можна одержати слідуючим чином:

- обробкою пектину кислотами при відносно низькій температурі, низькому значенні рН протягом тривалого часу;

- застосування розбавленого луку при ретельно контролюємих умовах рН, температури і часу;

- застосування ферментів пектинметилестераз, які можуть знаходитись в сировині чи додаватися з іншого джерела.

Дослідження показали, що кислотний метод приготування низькометоксильованих пектинів має недолік, який полягає в тому, що по цьому методу потрібно більше часу на обробку кислотою (від 12 до 48 год.) та корозійно стійке обладнання [3].

Перевагою лужного способу деетерифікації є його висока швидкість проходження цього процесу і низька температура, що значно знижує деградацію макромолекули пектину, але потребує створення певних умов та ретельного контролю рН робочих середовищ. Ферментативний спосіб за швидкістю деетерифікації не поступається лужному способу і протікає без змін значення молекулярної маси, особливо при використанні рослинної сировини, як джерела ферментів [6, 7].

Таким чином метою роботи стало створення продуктів без додавання цукру і кислоти із желуючою консистенцією на основі введення природніх структуроутворювачів – пектинових речовин яблукних вичавок, властивості яких були змінені за допомогою нетрадиційного рослинного ферментативного комплексу пектолітичних ферментів.

Для пектинових речовин специфічні наступні ферменти: протопектиназа, пектиназа, полігалактуроназа і пектинметилестераза. Препарати, що містять ферменти, які гідролізують пектинові речовини, отримують з вищих рослин, різних цвілевих грибів, мікроорганізмів. Під дією протопектинази протопектин у міру дозрівання плодів перетворюється на розчинний в плодovому соку пектин. Пектинметилестераза гідролізує глікозидні зв'язки і відщеплює метоксильні групи від розчинного пектину, утворюючи метиловий спирт і полігалактуронову кислоту. Оптимальні умови для дії пектинметилестерази: рН 4,2–6,0; $t=40^{\circ}\text{C}$. Фермент не діє при рН біля одиниці і вище семи. При зниженні температури змен-

шується швидкість гідро-лізу, а при підвищенні (більше 50°C) руйнується сам фермент. Полігалактуронова каталізує гідроліз глікозидних зв'язків між залишками галактуронової кислоти, що не містять метоксильних груп [7, 8].

Найбільше практичне значення має пектиметилестераза, яка дозволяє одержувати пектинові речовини із потрібними технологічними властивостями.

4. Експериментальні дані по застосуванню принципів біотехнології для одержання структурованих овочевих напівфабрикатів

Об'єктами у лабораторних і виробничих дослідженнях стали свіжі яблукні вичавки після вилучення від 59 % до 86 % соку з яблук, які використовували для одержання пектину. Також овочева сировина осіннього сезону: томати, морква, буряк, гарбуз, яку використовували для одержання сруктурованого овочевого пюре [9, 10].

Перспективним джерелом пектинметилестерази можуть бути деякі види рослинної сировини із високою естеразною активністю. Найбільш активний цей фермент у листях вищих рослин. З метою відбору найкращого ферментативного препарату використовували рослини рекомендовані Міністерством охорони здоров'я для лікування багатьох захворювань і найбільш поширених у сільському господарстві: листя подорожника, люцерни, конюшини. Для зниження ступеня етерифікації яблукного пектину досліджувалась активність їх витягів.

На активність пектолітичних ферментів впливають умови дослідів – температура (рис. 1), рН (рис. 2), присутність іонів кальцію (рис. 3).

Дослідження показали, що найвища пектинметилестеразна активність спостерігалася у всіх листях при температурі $35\text{--}40^{\circ}\text{C}$, інактивація ферментів починається з 55°C . Пектинметилестераза листя подорожника проявляє у 100 раз швидше свою гідролізуючу дію на пектин ніж листя клеверу і конюшини.

Оптимальне рН для пектинметилестерази вищих рослин лежить у межах 4,4–6,5. Швидкість дії на субстрат проявляється краще при рН 5,5. Для досягнення такої активної кислотності додавали незначну кількість луку. Після деетерифікації пектину знижували рН до 4,0 лимонною кислотою.

Найбільш кращий результат одержували при додаванні у суміш яблукний пектин і ферментний препарат не більше 1 % CaCl_2 , що дорівнює 60 мг кальцію у розчині. Така масова частка солі дозволяє активувати пектинметилестеразу.

Одночасно досліджували полігалактуроназну активність обраної рослинної сировини. Одержали, що полігалактуроназна активність листя подорожника на 25 % і 35 % нижче ніж така сама активність у листя люцерни і конюшини відповідно.

Для одержання регулюємого ступеня етерифікації пектинових речовин із яблукних вичавок необхідні слідуючі умови для дії пектинметилестерази: температура $35\pm 5^{\circ}\text{C}$, рН $5,5\pm 5$, у присутності CaCl_2 не більше 1 % до екстракту.

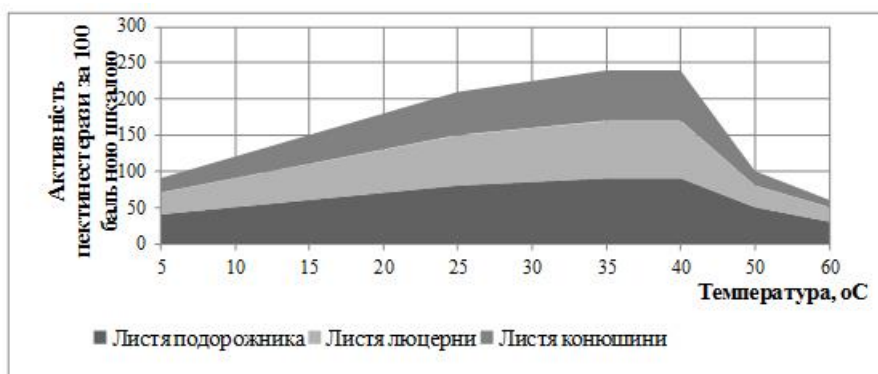


Рис. 1. Вплив температури на активність пектолітичних ферментів рослинної сировини (субстрат – яблучний пектин із свіжих яблучних вичавок)

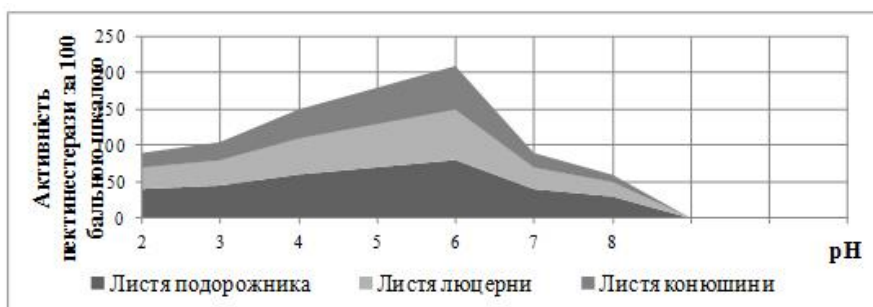


Рис. 2. Вплив активної кислотності на активність пектолітичних ферментів рослинної сировини (субстрат – яблучний пектин із свіжих яблучних вичавок)

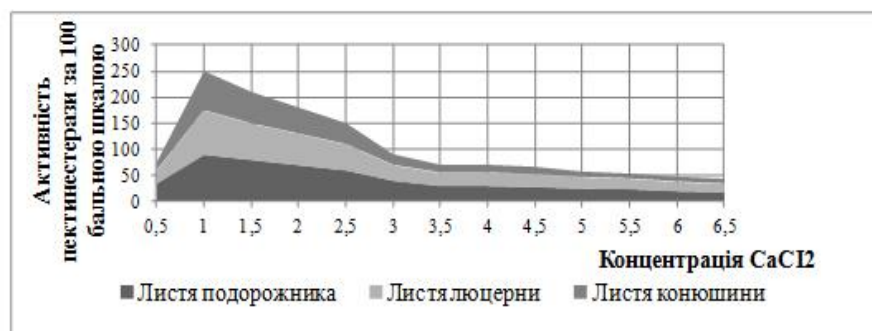


Рис. 3. Вплив концентрації солей кальцію на активність пектолітичних ферментів рослинної сировини (субстрат – яблучний пектин із свіжих яблучних вичавок)

5. Апробація результатів досліджень

Технологія одержання структурованого овочевого напівфабрикату з використанням ферментів рослинного походження включає наступні етапи досліджень. Яблучний пектин одержували із свіжих яблучних вичавок за традиційною технологією кислотним гідролізом [3]. Досліджували вміст пектинових речовин у одержаному екстракті із яблучних вичавок, а також у овочевій сировині: томатах, гарбузі, моркві, буряку, з яких виготовляли структуровані пюреподібні продукти (табл. 1). Пектин моркви і буряку має дуже слабкі структуроутворюючі властивості, тому покращували їх студнеутворення додаванням яблучного пектинового екстракту із масовою часткою пектинових речовин 1 %.

Кількість ферменту визначали за зміною ступеню етерифікації яблучного пектину одержаного із свіжих яблучних вичавок кислотним способом. Тривалість ферментативного осадження пектину із екстракту визначали за зміною ступеня етерифікації на протязі 60 хв.

Оптимальна кількість ферментативного препарату подрібненого листа складає 3,5 %, що дає змогу знизити ступінь етерифікації до 40 % яблучного пектину. Така ступінь етерифікації дозволяє утворювати желеїну структуру без додавання цукру в присутності іонів Са.

Дослідним шляхом встановлювали співвідношення яблучного екстракту і овочевої протертої маси для досягнення оптимальної кількості пектинових речовин – 1 г на 100 г продукту і послідовного одержання желуючого продукту без додавання цукру.

Одержали умови для структурованого овочевого пюре без цукру із яблучним пектином зі зміненими властивостями за рахунок додавання ферментативного препарату рослинного походження табл. 2.

Дослідження тривалості зниження ступеню етерифікації яблучного пектину під дією пектинметилестерази досліджених потенційних рослинних джерел показало, що процес повинен протікати не більше 30 хв для попередження утворення нерозчинної полігалактуронової кислоти.

Технологічна схема одержання структурованого овочевого пюре включає техно-логічні операції: миття, сортування, очищення, підігрів і протирання, змішування із пектиновим екстрактом. Пектиновий екстракт одержують із свіжих яблучних вичавок кислотним способом із застосуванням хлорводневої кислоти у співвідношенні 1:1, 90 °C, pH2,2±0,2 протягом 60 хв. Далі додають рослинний пектиновий ферментний препарат і проводять ферментування при визначених дослідним шляхом оптимальних умовах згідно з табл. 2.

Готовий продукт має природний смак і колір тих плодів із яких вони виготовлялись. Фізико-хімічні показники у продукті не перевищують встановлених нормативних показників властивих даному виду продукту за діючими нормативними документами.

Таблиця 1

Вміст хімічних речовин у сировині для одержання структурованого пюре

Сировина	Масова частка						
	сухих речовин, %	органічних кислот у перерахунку на яблучну, %	загального пектину, %	водорозчинного пектину, %	Вуглеводів, %	аскорбінової кислоти мг/100г	каротину, мг/100г
Томати	4,6	0,42	0,6	0,34	3,2	22	0,85
Гарбуз	5,7	0,43	1,4	0,64	4,1	18	1,3
Морква	5,2	0,52	0,82	0,30	4,2	8	2,2
Буряк	4,7	0,43	0,73	0,46	3,2	9,2	1,3
Яблучні вичавки	13,8	0,30	1,45	1,32	3,5	1,1	-
Яблучний екстракт	3,6	0,11	0,62	0,67	2,2	0,06	-

Таблиця 2

Умови одержання структурованого овочового пюре

Напівфабрикат	Співвідношення пюре, яблучного екстракту, ферментативний препарат	Умови ферментування (листя подорожника, або люцерни чи конюшини)	Консистенція (структура)
Томатне пюре	1:0,3:0,03	35±5 °C, pH 5,5±5, у присутності Ca-Cl ₂ не більше 1 % до екстракту, тривалість 15±5 хв	желеподібна
Гарбузове пюре	1:0,3:0,04		желеподібна
Морквяне пюре	1:0,3:0,05		желеподібна
Бурякове пюре	1:0,3:0,03		желеподібна

Таблиця 3

Харчова і енергетична цінність структурованого овочового напівфабрикату

Овочевий структурований напівфабрикат	Масова частка							Енергетична цінність	
	Сухі речовини, %	Органічних кислот у перерахунку на яблучну, %	Загального пектину, %	Водорозчинного пектину, %	Вуглеводів, %	Аскорбінової кислоти, мг/100г	Каротину, мг/100 г	ккал	кДж
Томатний	5,5	0,53	1,11	0,92	4,1	27	0,82	16	64
Гарбузовий	6,3	0,54	1,54	1,11	4,7	25	1,38	19,2	76,8
Морквяний	6,4	0,56	0,93	0,74	5,3	11	2,04	20,8	83,2
Буряковий	5,6	0,52	1,04	0,85	4,2	9	1,15	17,2	68,8

6. Висновки

Таким чином одержані із застосуванням принципів біотехнології структуровані овочеві продукти характеризуються привабливими органолептичними, добрими біологічними властивостями, а також є низькокалорійними. Це дозволяє розглядати їх використання в якості не тільки збагачувачів пектиновими речовинами, але і біологічно активними речовинами (аскорбінова кислота, каротиноїди), що важливо для створення раціону для лікувально-профілактичного і оздоровчого харчування.

Література

1. Карпович, Н. С. Пектин Производство и применение [Текст] / Н. С. Карпович, Л. В. Донченко, В. В. Нелина и др. – К.: Урожай, 1989. – 88 с.
2. Краснова, Н. С. Пектин и его применение в лечебно-профилактическом питании [Текст] / Н. С. Краснова // Обзорная информ. Кишинев: МолдНИИТЭИ, 1993. – 21 с.
3. Аймухамедова, М. Б. Способы получения пектиновых веществ [Текст] / М. Б. Аймухамедова // Пищ. пром-сть. – 1998. – № 5. – С. 19–20.
4. Thom, D. G. Interaction associations of alginate and pectins [Text] / D. G. Thom, Y. S. M. Dec, E. K. Morris et al // Progr. Food Nutr. Sci. – 1982. – Vol. 6. – P. 97–108.
5. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений [Текст] / Б. П. Плешков – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 223–225.
6. Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений [Текст] / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, И. К. Мурри. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 430 с.
7. Renard, C. M. G. C. Studies on apple protopectin: structural studies on enzymatically extracted pectin [Text] / C. M. G. C. Renard, A. G. J. Voragen, J.-F. Thibault, W. Pilnik // Carbohydrate Polymers. – 1991. – Vol. 16, Issue 2. – P. 137–154. doi: 10.1016/0144-8617(91)90099-x
8. Matora, A. V. The application of bacterial enzymes for extraction of pectin from pumpkin and sugar beet [Text] / A. V. Matora, V. E. Korshunova, O. G. Shkodina, D. A. Zhemerichkin, N. M. Pitychkina, E. R. Morris // Food Hydrocolloids. – 1995. – Vol. 9, Issue 1. – P. 43–46. doi: 10.1016/s0268-005x(09)80192-6
9. Соловьев, Е. И. Лабораторный контроль консервного, овощесушильного и пищевого концентратного производства [Текст] / Е. И. Соловьев. – М.: Изд. Стандартов, 1991. – 430 с.
10. Наймулина, Е. Г. Технология плодово-овощных соусов с применением молочной сыворотки и пекти-

на [Текст] / Е. Г. Наймулина, Г. М. Зайко // Изв. вузов. Пищ. технол. – 2001. – С. 32–33.

References

1. Karpovich, N. S., Donchenko, L. V., Nelina, V. V. et. al. (1989). Pektin Production and application. Kiev: Crop, 88.
2. Krasnova, N. S. (1993). Pektin and his application in treatment-and-prophylactic food. Survey an inform. Kishinev: MoldNIITJ, 21.
3. Aymukhamedova, M. B. (1998). Ways of receiving pectinaceous substances Pishch. prom-st., 5, 19–20.
4. Thom, D. G. (1982). Interaction associations of alginate and pectins. Progr. Food Nutr. Sci., 6, 97–108.
5. Pleshkov, B. P. (1985). Praktikum on biochemistry of plants. Moscow, USSR. Agropromizdat, 223–225.

6. Ermakov, A. I. (1987). Methods of biochemical research of plants. Moscow, USSR. VO Agropromizdat, 430.

7. Renard, C. M. G. C., Voragen, A. G. J., Thibault, J.-F., Pilnik, W. (1991). Studies on apple protopectin: structural studies on enzymatically extracted pectin. Carbohydrate Polymers, 16 (2), 137–154. doi: 10.1016/0144-8617(91)90099-x

8. Matora, A. V., Korshunova, V. E., Shkodina, O. G., Zhemerichkin, D. A., Ptitchkina, N. M., Morris, E. R. (1995). The application of bacterial enzymes for extraction of pectin from pumpkin and sugar beet. Food Hydrocolloids, 9 (1), 43–46. doi: 10.1016/s0268-005x(09)80192-6

9. Solovyov, E. I. (1995). Laboratorny control of canning, drying of vegetables and food concentrate production. Moscow: Prod. Standards, 430.

10. Naymulina, E. G., Zayko, G. M. (2001). Technology of fruit and vegetable sauces with use of whey and pectin. News higher education institutions. The food technology, 1, 32–33.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Безусов А. Т.
Дата надходження рукопису 26.02.2015*

Нікітчина Тетяна Іванівна, кандидат технічних наук, кафедра біотехнології, консервованих продуктів і напоїв, Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039
E-mail: nikitchinati@ukr.net

УДК 637.523.

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.39177

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІН СВІЖОСТІ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВИХ ВИДІВ НАПІВКОПЧЕНИХ КОВБАС ПРИ ЗБЕРІГАННІ

© **І. І. Маркович**

Стабільна якість ковбасних виробів під час зберігання досягається завдяки удосконаленню технологічних процесів, режимів і умов зберігання, використанні різноманітних харчових добавок і антиоксидантів, що позитивно впливають на гальмування гідролітичних і окиснювальних перетворень у ліпідах. У технології виробництва напівкопчених ковбас ми пропонуємо використання рослинної сировини – борошна сочевиці пророщеної та не пророщеної, з метою подовження термінів зберігання – чебрецю та ялівцю

Ключові слова: напівкопчені, ковбаси, борошно, сочевиця, чебрець, ялівець, якість, окиснення, ліпіди, зберігання

Stable quality of sausages during storage is achieved through improving processes, modes and storage conditions, use of various food additives and antioxidants that will positively affect the inhibition of hydrolytic and oxidative changes in lipids. In production technology of semi-smoked sausages we propose the use of plant material – flour of sprouted and not sprouted lentil, and to lengthen shelf life – thyme and juniper

Keywords: semi-smoked, sausages, flour, lentils, thyme, juniper, quality, oxidation, lipid, storage

1. Вступ

Збільшення термінів зберігання харчових продуктів є важливим завданням сьогодення. Стабільна якість ковбасних виробів під час зберігання досягається завдяки удосконаленню технологічних процесів, режимів і умов зберігання. Утворені в процесі гідролізу ліпідів під час зберігання ковбас вільні високомолекулярні насичені й ненасичені жирні кислоти та інші продукти гідролізу не мають смаку і запаху, тому суттєво не впливають на органолептичну оцінку м'ясопродуктів. Але накопичення в продуктах вільних жирних кислот сприяє окиснювальному псуванню. Розвиток окиснювальних процесів призводить до появи в жиромісних продуктах сполук перекисного характеру, карбонільних сполук, низькомо-

лекулярних кислот і окисикислот. Внаслідок цього продукти втрачають харчову цінність, в них руйнуються жиророзчинні вітаміни, знижується вміст ненасичених жирних кислот, а також можуть накопичуватись токсичні й канцерогенні для людини речовини [1].

2. Постановка проблеми

Щоб запобігти передчасному псуванню виробів або збільшити їх терміни споживання використовують у технологічному процесі виробництва різноманітні харчові добавки і антиоксиданти, що позитивно впливають на гальмування гідролітичних і окиснювальних перетворень у ліпідах, оскільки ці процеси чутливі навіть до невеликих добавок речо-